電磁波とうまく付き合っていくためにはどうすれば良いのか。

研究者：上沼可南波・中西弥生
橋本咲絵

指導教諭：中島浩明・岩垂利夫

動機

近年、人体への悪影響が注目視され、欧米では具体的な被害も報告されている電磁波だが、世界の研究者たちの中でも未だ明確な安全性についての結論は出ていない。日本ではその問題への対処法が明確化されておらず、電力会社や家電メーカーは、「電磁波の健康への影響はまだ科学的に解明されていない。」ことを根拠に「有害とはいえない。」としている。そんな電力会社や家電メーカーの姿勢に私たちは疑問をもった。

携帯電話、パソコンといった身のまわりの電化製品のほとんどが、電磁波を放出するものである。しかし、電化製品が無ければ、私たちの便利な生活は成り立たない。そこで、私たちは消費者の立場から「予防原則」に基づき、「どうすれば電磁波の影響を減らせるか」、そして、「どうすれば電磁波とうまく付き合っていけるか」を探求し、これからの生活に生かしていきたいと考え、この研究を行った。尚、生活にすぐに生かせる結果を得るため、生活に密着したかたちで研究を進めた。

※予防原則　「生活環境・自然環境に対して被害をあたえる脅威については、科学的根拠がなくても事前回避の措置を定める。という原則」　HP:「電磁波なび」より

概要

今回“電磁波と上手く付き合っていけるのか”を調べるために、まず電磁波がどのような物であるかを学び、その上で多量の電磁波は人体に悪影響を与えるという事を前提とし、遮蔽物によって多少は電磁波を防ぐ事ができるという仮定のもと次のような実験を行った。

(1) 身近な電化製品から出る電磁波の値を測定する。
(2) 電化製品から離れた時の電磁波の値を測定する。
(3) 電磁波の遮蔽にはどのようなものが効果的かを実験する。
(4) (３)の値から効果的な遮蔽物を調べ、簡単な遮蔽グッズを考える。

(1)~(4)の結果から電磁波と上手く付き合っていくためにはどうすれば良いのかを考える。

研究の方法

「トリフィールドメーター（６０Hz 用)」(電磁波検知器）を使用する。尚、使用方法については取扱説明書に従う。

【１】身の回りの家電製品から出る電磁波の測定

実験テーマ「どの家電製品からどれくらい電磁波がでているか？」

① 対象物と電磁波検知器を密着させて測定する。

② 何 cm 距離をおけば安全な数値になるかを調べる。

※ 安全な数値はこの研究では「４mG」として考察を行う。

「４mG」とは私たちが調査した複数の文献が、国際ガイドライン（国際電離放射線防護委員会という国際機関が定めた電磁波からの人体防護のためのガイドライン。）の甘さを指摘し、　安全：４mG 未満　許容：１６mG 未満と訴えているからであるからである。

↑資料①

【２】距離実験

実験テーマ「電磁波の強さは距離に比例するか？」

①IH 調理器と検知器の距離をメジャーで測り、電磁波の強さと距離の関係を調べる。

【３】遮蔽実験（遮蔽物には誰もが手に入れられるような身のまわりのものを使用。これは生活に密着した実験をするためである。）

実験テーマ「何が電磁波を遮蔽するか？」

①安全機能 IH 調理器の仕組みから鍋がのっていない状態では電気抵抗がおこらず、作動しないために、全て同じ鍋（直径１６ｃｍ）で湯を沸かした状態で測定する。

②検知器と調理器の間は 30ｃｍ。

【４】高校生の電磁波に対する意識調査

実験テーマ「高校生はどれくらい電磁波について意識しているか？」

①木曽青峰高校１・２学年理数科の生徒７０人を対象に行う。

【５】考察より、「電磁波を遮蔽できるエプロン」を考える。

①市販の電磁波のシールドグッズは非常に高価であるため、考察で最も効果があった遮蔽物を使用して、

「誰でも・簡単に・短時間で・安価」　に作ることができる電磁波遮蔽エプロンを考える。

補足

「電磁波」とは何か。

- 電場（電気の影響がある範囲）と磁場（磁気の影響がある範囲）がお互いに影響しあって作られる、電気と磁気の両方の性質を持つ「波」のこと。
- 1 秒間に生じる電磁波の波の数（周波数）とひとつの波の長さ：谷から山まで（波長）

によって、多くの種類に分類される。

「波の数が多く、波の長さが短い」　ものから順に

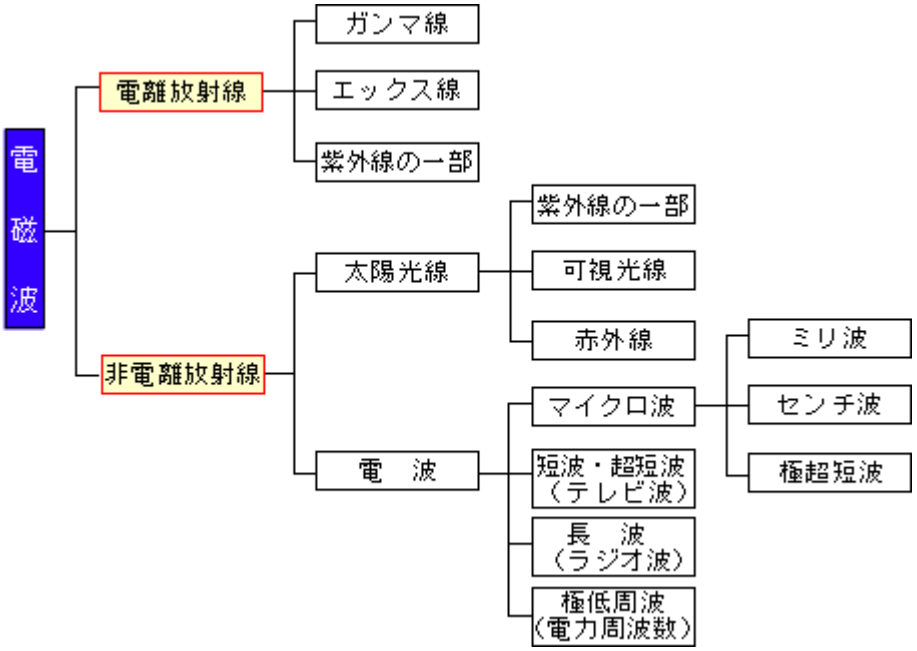
1. 電離放射線　（レントゲンなど、医療現場で活躍。）
2. 紫外線　（日焼けの主な原因・殺菌灯にも使われる。）
3. 可視光線　（唯一人間の目に見える電磁波。電磁波は普通私たち人間の目には見えない。）
4. 赤外線　（ストーブや調理用グリルに使われる。）
5. 電波　（テレビ・ラジオ・パソコン・携帯電話から発生している電磁波。これを利用せずに私たちの便利な生活は成り立たない。）

上記のように、電磁波は私たちの便利な生活に欠かせない極めて重要な存在である。

さらに、電波をより細かく分類すると

「波の数が多く、波の長さが短い」　ものから順に

1. マイクロ波　（電子レンジ・携帯電話から発生。）
2. 低周波　（高圧送電線：発電所で作られた電力を送る電線のこと　から発生。）



←資料②

電波	マイクロ波	サブミリ波	
		ミリ波	レーダー
		センチ波	衛星放送、衛星通信、レーダー
		極超短波	**携帯電話、電子レンジ**
		超短波	FM ラジオ放送、テレビ放送
		短波	短波放送、アマチュア無線
		中波	AM ラジオ放送
		長波	海上無線
		超長波	**IH 調理器**
		超低周波	送電線、**家庭電気製品**

←資料③

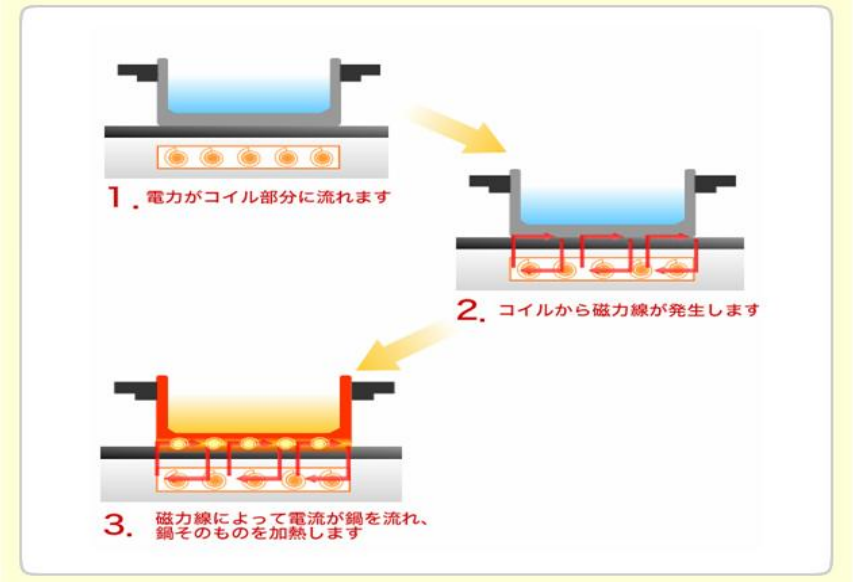
意図的に電磁波を発生させているもの（電磁波を利用して機能するもの。）	携帯電話・IH 調理器
電力を使うため仕方なく電磁波が漏れ出てくるもの。	普通の電気製品（家電製品・パソコン） 送電線

「ｍＧ：ミリガウス」とは何か。　　↑資料④

- 電磁波がどのくらい発生しているかを示す単位。
- １０００mG＝１G（ガウス）

私たちは、オール電化の流行と共に電磁波を多量に発生させるとして問題視されている、「IH 調理器」を実験の対象とした。

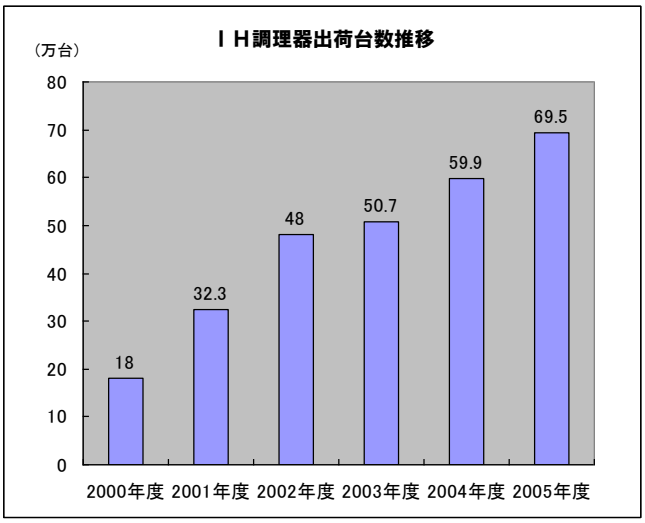
「IH 調理器」とは何か。　　IH とは induction heating　＝電磁誘導加熱　の略。
仕組みは下図の通りである。



磁力線のみを発生させ、プレート上の金属製鍋の電気抵抗によって鍋が加熱する。(そのため、コイルは熱くならない。) その点で、ニクロム線の熱が鍋に伝わり加熱するニクロム線電熱器とは大きく違う。

←資料⑤

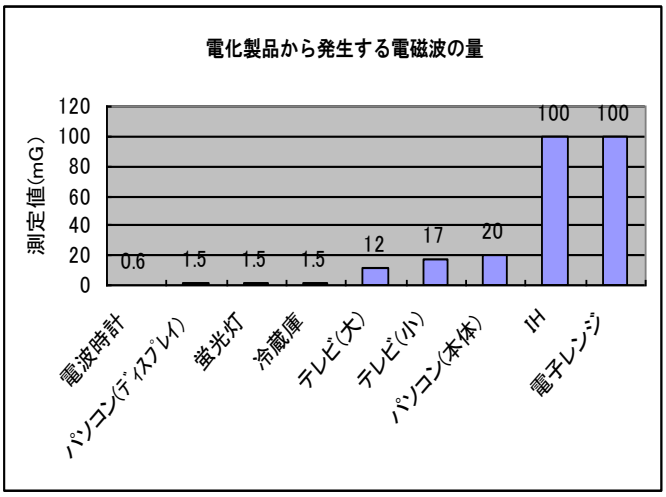
「IH 調理器」普及の様子



←資料⑥

【１】身の回りの家電製品から発生する電磁波の測定

対象	測定値(mG)	安全性	４mG未満になるまでの距離(ｃｍ)
電波時計	0.6	○	離れて使用のため安全
パソコン(ﾃﾞｨｽﾌﾟﾚｲ)	1.5	○	15
蛍光灯	1.5	○	離れて使用のため安全
冷蔵庫	1.5	○	20
テレビ(52インチ)	12	△	50(1m離れて見れば安全)
テレビ(20 インチ)	17	×	80(1m離れて見れば安全)
パソコン(本体)	20	×	70
IH 調理器	100	×	140
電子レンジ	100	×	140



・IH 調理器→NAIS 29E B1
・蛍光灯→TOSHIBA
　メロウホワイト　40 形　　36w
・テレビ(大)→panasonic
　TH-50pz700　593w
・テレビ(小)→panasonic
　TH-20LX70　69w
・電波時計→CASIO　wave ceptor
・PC→ディスプレイ:hp 2309-p　150W
　本体:NEC　55000-211-A
・冷蔵庫→三菱冷凍冷蔵庫
　MR-S46D-W　159w
・電子レンジ→リンナイ　RMC-12E　1100w
(傍線部は定格消費電力)

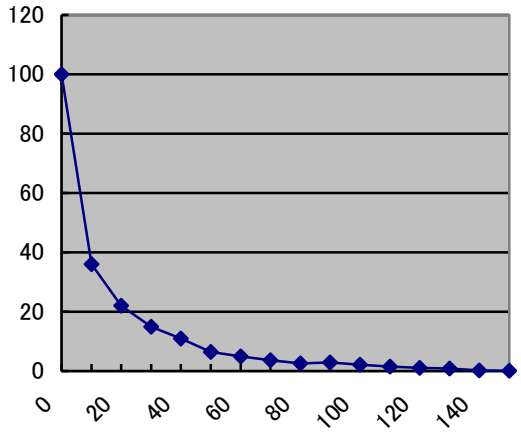
尚、携帯電話については、マイクロ波であるため、単位が上記の家電製品と異なり、ここには記さなかった。しかし、測定結果では呼び出し時に時々強いマイクロ波が出ており、頭部に近づけて使用するには、非常に危険な数値であった。しかも、1m以上離してもマイクロ波は無くならず、このことは非常に問題である。

【２】距離実験　対象：IH 調理器（対象を IH 調理器にした理由は P. ３－４波線部に記載）

距離(cm)	測定値(mG)	0 cm時との差(mG)
0	100	―
10	36	64
20	22	78
30	15	85
40	11	89
50	6.5	93.5
60	4.9	95.1
70	3.7	96.3
80	2.6	97.4
90	2.9	97.1
100	2.2	97.8
110	1.5	98.5

120	1.1	98.9
130	0.9	99.1
140	0.2	99.8
150	0.1	99.9

距離と電磁波の値の関係



【３】遮蔽実験

予備実験

- どのような形状のものが IH 調理器の遮蔽に効果があるか。
（遮光ネットを用いる。）

	仮説	結果
検知器と IH 調理器との間に挿入する。	遮蔽できる。	効果なし。
検知器を覆う。	挿入するより遮蔽できる。	－２８ｍＧ

考察：IH 調理器の電磁波が立体的、同心円状の出かたをしているため、板状のもので１面だけを平面的に遮蔽してもほとんど効果が得られないことがわかった。よって、IH 調理器の遮蔽には板状で形状がかえられないものより、検知器を完全に覆うことができるよう形を自由に変えられるものや、球形に近いもの（ボウル）が適していることがわかった。
しかし、他の電化製品は電磁波の出かたに違いがある可能性があるため、
それらには板状のほうが遮蔽に適しているかもしれないと考える。

私たちは、IH 調理器の使用者が女性である場合が多いことから、女性の子宮と調理器の高さがちょうど同じになることに気づいた。そのため、子宮への影響を考慮し、調理器と検知器を密着させた状態（使用者が調理中とほぼ同じ状態）で、その間に遮蔽物を挿入して、遮蔽を試みた。しかし予備実験より単に IH と測定器の間に遮蔽物を挿入するだけでは全く効果が得られないことがわかった。その原因は「電磁波の出かた」と「波の回折」にあるとした。そのため、私たちは、板状の遮蔽物より自由に形を変えて覆うことができる材質のものがより効果が高いと考え、遮蔽物で検知器を覆うように実験を進めた。

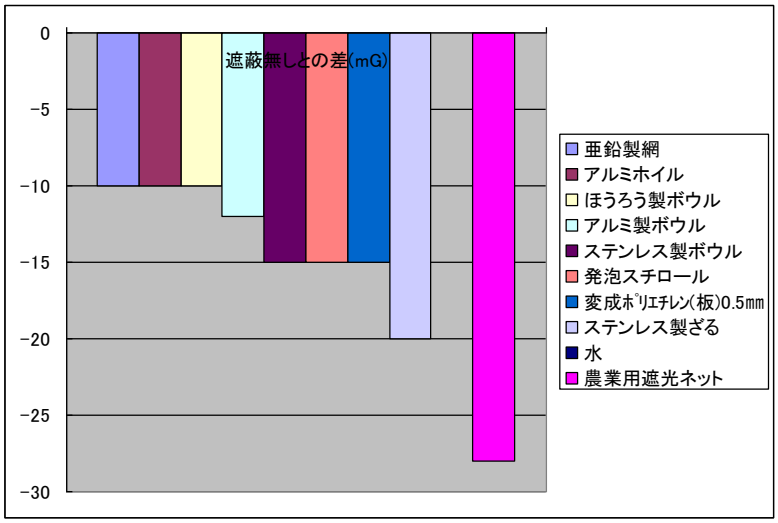
仮説

遮蔽物	仮説
亜鉛製網(網目 0.3 ㎜　250×450 ㎜)	網の目から、波が透過してしまうため、遮蔽できない。
アルミホイル(250×450 ㎜)	導電性があるため、遮蔽できる。
プラスチック製ボウル	導電性がないため、遮蔽できない。
ほうろう製ボウル	ほうろうの材質から考えて、遮蔽できる。
アルミ製ボウル	導電性があるため、遮蔽できる。
ステンレス製ボウル	導電性があるため、遮蔽できる。
発泡スチロール (250×450×100 ㎜)	９８％が空気で孔が多い断面構造から考えて、波を完全に通してしまうため、遮蔽できない。
変成ポリエチレン (板 0.5 ㎜　300×450 ㎜)	導電性がないため、遮蔽できない。
ステンレス製ざる	網の目から、波が透過してしまうため、遮蔽できない。
水(1L ペットボトル　2 本)	導電性があるため、遮蔽できる。
農業用遮光ネット(250×180 ㎜)	網の目から、波が透過してしまうため、遮蔽できない。

尚、ざるとボウルは全て直径約３４ｃｍ。

結果

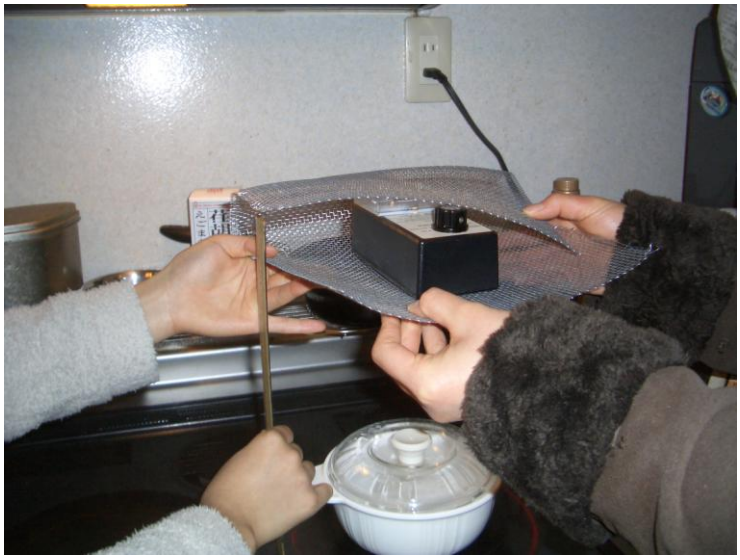
遮蔽物	測定値(mG)	遮蔽無しとの差(mG)	仮説の合否
遮蔽無し	50	―	―
亜鉛製網	40	-10	×
アルミホイル	40	-10	○
ほうろう製ボウル	40	-10	○
アルミ製ボウル	38	-12	○
ステンレス製ボウル	35	-15	○
発泡スチロール	35	-15	×
変成ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ(板)0.5 ㎜	35	-15	×
ステンレス製ざる	30	-20	×
水	注１(9 ページ上)	―	―
農業用遮光ネット	22	-28	×



上グラフより、農業用遮光ネットが最も効果があった。

■農業用遮光ネットの考察

薄く、ビニル素材であるため、効果はないと仮説をたてたが、最も大きな効果がでた。



光も電磁波であるため、波長こそ違うものの何らかの関係があったと考えられる。また、柔軟性のある素材であるため完全に検知器を覆うことができたのも原因であると考えられる。

■網とざるの考察

なぜ孔が開いているのに電磁波を遮蔽することが出来たのか？

電磁波とは波の形をしていると今回の研究で学んだ。そこで私たちはこの波の大きさとざるの網目の大きさが遮蔽に関係していると考えた。

例えばトンネルの中を想像してほしい。トンネルの中ではラジオが流れない事が多くある。これはラジオ放送の波長が大きくトンネルの中を通り抜けることが出来ないためだと考えられる。

同様にざるの網目部分をトンネル、ラジオ放送に使われる波長を IH 調理器から発生する電磁波の波長（10km）と置き換え、X線などの極めて小さい波に比べ、IH 調理器などから発生する波長の大きな電磁波であるとざるのような小さな隙間を通ることが困難になるのではないか？と私たちは考える。

■金属の考察

今回電磁波を調査していく中で、文献等により木材は遮蔽に効果がないことがわかった。

ではなぜ同じ『板』という形状にも関わらず金属は電磁波を遮蔽することが出来たのか？

私たちは金属に有り木材に無い特徴に注目した。それは“導電性”である。

何らかの原因により金属内に電流が発生し、それによって電磁波の軌道が変わる、あるいは電磁波を跳ね返すことで遮蔽を可能にしたのではないだろうか。

さらに金属の間では大きくても 5mG ほどしか差が無いことから金属の種類によってはそれほど遮蔽の能力に差は無いと考えられる。

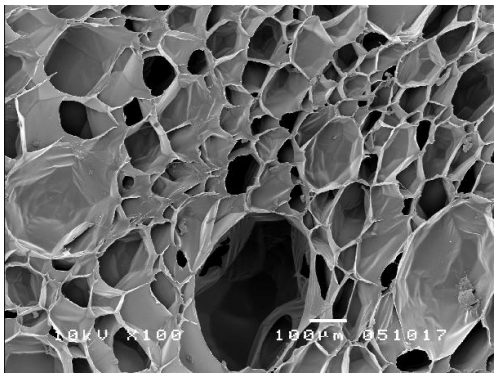
■発泡スチロールの考察

発泡スチロールとは何か。

原料ビーズ（ポリスチレン樹脂：プラスチックの一種）に蒸気をかけ膨張させたもの。

98％ 空気　　2％ 原料

そのため、非常に密度が小さい材質である。



顕微鏡で100倍した発泡スチロールの断面　資料⑦→

前記の材質から、「断面構造から考えて、波を完全に通してしまうため遮蔽できない。」と仮説をたてたが、結果では、ある程度遮蔽できることがわかった。

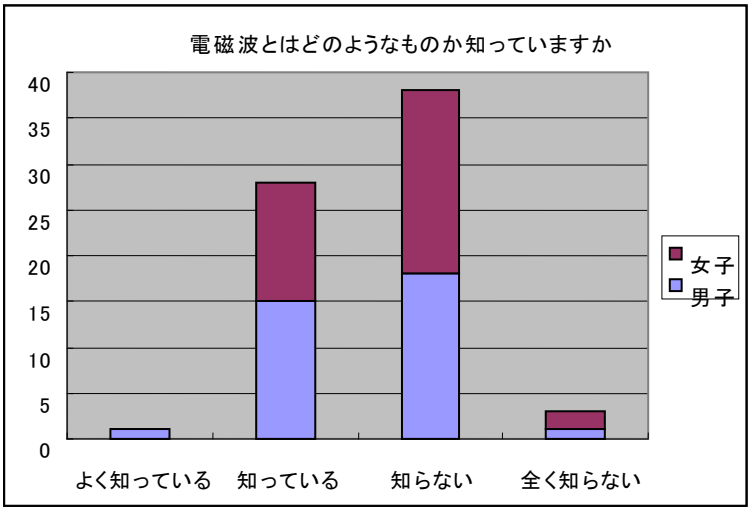
その理由は、電磁波を透過すると考えられた無数の孔が、逆に、網やざると同じ原理で

IH 調理器から出る電磁波の波長の長さ(10km)が長いために発泡スチロールの非常に小さな孔を通れず、遮蔽できたと考える。

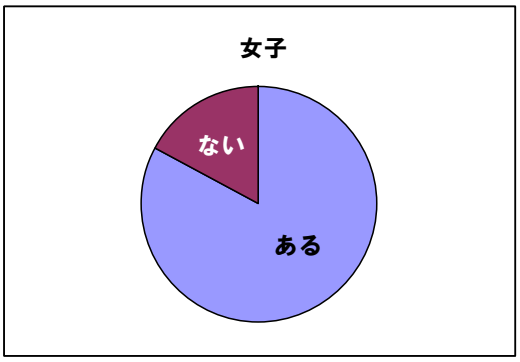
注1:水については、2本の1ℓペットボトルに入れ検知器を覆うよう試みたが、覆うことはできず、測定値は出なかった。

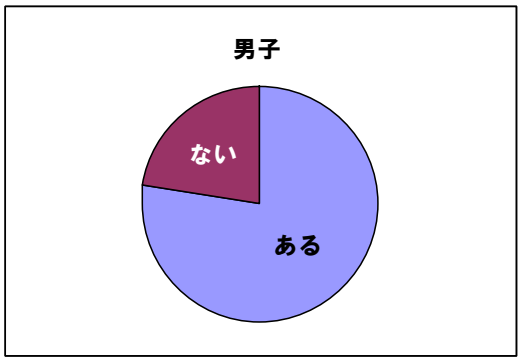
【4】高校生の電磁波に対する意識調査

設問①　「電磁波とはどのようなものか知っていますか」

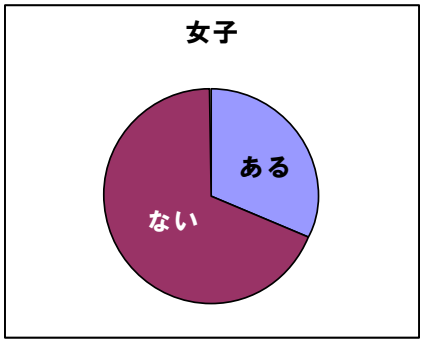


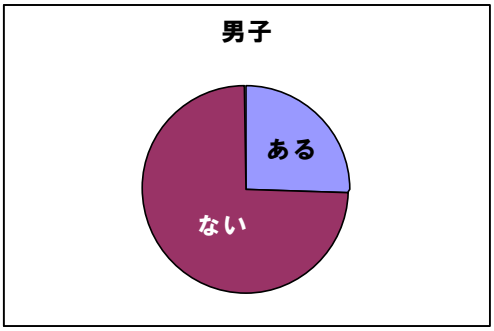
設問②　「電磁波が危険であると聞いたことがありますか」





設問③　「日常生活の中で電磁波を意識した事はありますか」





アンケートの考察

電磁波が危険であると耳にしながらも、実際生活のなかで意識する人はほとんどいないことが明らかになった。これは、電磁波が目に見えないものであるためだと考えられる。日本が欧米に比べ電磁波の対策がはるかに遅れていることの表れでもあると考えられる。

また、若干ではあるが、女子の方が電磁波の危険性について聞いたことがあり、意識した経験も多いことがわかった。

【５】考察より、「電磁波を遮蔽できるエプロン」を考える。

最も遮蔽に効果があったのは農業用遮光ネットであったため、これを使う。

市販のエプロンを着用した状態で農業用遮光ネット(柔軟な材質のもの)をなるべく複数回重ね、エプロンに縫い付けるようにすると、ある程度効果が期待できると考えた。

◇考察より私達が考える「電磁波とうまく付き合っていく方法」

① 電磁波について意識し、何なのかを調べる。(意識のし過ぎは良くない。)
② 使用時は可能な限り距離をおく。
③ 自分の身の回りの電化製品からどれくらいの量の電磁波がでているか、測定し、把握しておく。尚、検知器はインターネットで簡単に入手できる。
④ ③の結果から電化製品の配置を可能な限り検討する。
⑤ 携帯電話の場合はイヤホンを使用して、頭部から離すのも良い。

現在の論戦の様子（参考）

多くの電磁波危険論の中で、以下のような新たな研究結果も報告され、論戦はさらに続く。

『携帯電話が人間の脳に悪影響を与える可能性については何年も前から議論されてきた。しかし、その携帯電話がアルツハイマー病の進行を抑える可能性があるとする研究が発表された。

何かの間違いではない。遺伝子操作を施したマウスを利用した今回の研究によって、携帯電話から放射されるマイクロ波が、アルツハイマーの予防に効果があるばかりか、アルツハイマー病の症状を改善する可能性さえあることが明らかになったのだ。

実に驚くべき結果で当初は信じられなかったと、研究の共著者で南フロリダ大学の神経科学者ホアン・サンチェス・ラモス氏は言う。「この効果は実に画期的で、にわかには受け入れがたかった。マウスを取り違えたにちがいないとか、(携帯電話の) 電源を入れ忘れたと冗談を言ったほどだ」。

携帯電話の電磁波が人体に影響を与えているなら、それはどのような影響なのかという点については、現在はげしい論議が起こっている最中だ。

一部の科学者は、携帯電話によって脳腫瘍にかかるリスクが高まる可能性があると主張している。このような懸念から、たとえば米国のメイン州では携帯電話に警告ラベルを貼付することが義務付けられている。

しかし今回の新しい研究によって「携帯電話の電磁波はさまざまな影響があり、議論にあたってはその点を考慮することが必要になった」とペリー氏(テキサス大学サンアントニオ校の教授でアルツハイマーが専門のジョージ・ペリー氏)は語っている。』

「ナショナルジオグラフィック公式日本語サイト」より抜粋

まとめ

電磁波が人体に悪影響を及ぼすかどうかは、電磁波が身近な存在である私たちにとって大きな問題である。しかしながら、世界（主に欧米）でのさまざまな研究で恐ろしい悪影響が指摘されているなかで、新たに「電磁波がアルツハイマー病の進行を抑えるのに有効である。」とする今までの研究結果を覆すような研究結果も発表されており、その論戦には未だ終止符が打たれていない。だからこそ、電磁波が私たちにとって身近でありながらも未知の存在であり、不信感をかきたてるのである。しかし、私たちはただ不信感を持つだけではなく、電磁波と向き合い、「予防原則」に基づき、電磁波とうまく付き合っていく方法を考える必要がある。
そこで、これからの生活の中で私たちの考えた「電磁波とうまく付き合っていく方法」をきっかけとして、電磁波について興味をもち、付き合い方を考えていただきたい。

課題

電磁波を測定するにあたって、その測定値に関し、検知器の性質とその場の周波数の関係で実際より大きな値になっている可能性がある。そのため、絶対的な数値ではない。その場の周波数を予備的に測定することでより正確な数値が得られると考える。また、今回は距離と電磁波の関係について調査したが、時間との関係についても調査してみたい。また、水での遮蔽については実験方法を改善する必要がある。備長炭が電磁波を吸収する性質があることを文献により知ったため、それについても実験をしてみたい。

感想

- 電磁波について、不安をもって生活していたが、今回の研究で電磁波と向き合ったことによって、電磁波に対するあてのない不安が、正しい危機感に変化したことがとても良かった。
- 「生活に密着し、すぐに生活に生かせる」研究ができ、良かった。この研究結果を皆さんの生活の参考に少しでもしていただければ幸いである。

参考文献・参考 URL

- 「IH 調理器を買う前に必ず読む本」　植田　武智　　近代映画社　資料③④
- マックコーポレーション　http://denjiha.macco.co.jp/　資料①②
- 電磁波なび　http://www.denjiha-navi.com/
- オール電化スタイル　http://www.alldenka-style.com/about/post_03.html　資料⑤
- http:www.center.spec.ed.jp/c/cc/kawahaku/big_d10.htm　資料 ⑦

謝辞

この研究に関し、アドバイスをくださった先生方
アンケートに協力してくださった皆さん　　ありがとうございました。